



Vers l'Intelligence des systèmes informatiques en logistique

Nathalie Fabbe-Costes

► To cite this version:

Nathalie Fabbe-Costes. Vers l'Intelligence des systèmes informatiques en logistique. Culture Technique, 1990, L'emprise de l'informatique, 21, pp.56-64. hal-01287236

HAL Id: hal-01287236

<https://hal.science/hal-01287236v1>

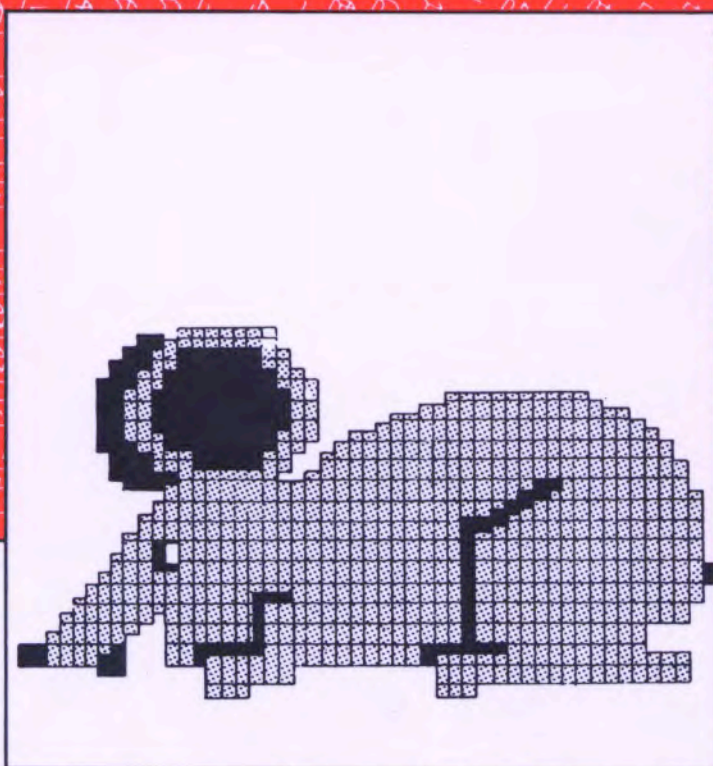
Submitted on 12 Mar 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

culture technique

n°21



l'emprise de l'informatique

SOMMAIRE DU n° 21 - Juillet 1990

Culture technique:

publication éditée

par le C.R.C.T.

Revue semestrielle

69 bis, rue Charles Laffitte

92200 Neuilly-sur-Seine

Tél. 47.47.95.27

Télécopie: 47.47.73.99

Il a été tiré de cet ouvrage:

2000 exemplaires.

Directeur de la publication:

Maurice Magnien.

Directeur de la rédaction:

Jocelyn de Noblet.

Documentation:

Françoise Ickovics.

Conception graphique et mise en page:

Jocelyn de Noblet

Photocomposition informatisée:

Mireille Dubois

ISSN: 0223-4386

© C.R.C.T. 1990

Dépôt légal: 3^e trimestre 1990

Tous droits de traduction, de reproduction et d'adaptation réservés pour tous pays, y compris l'U.R.S.S.

La revue du C.R.C.T. n'est pas solidaire des opinions émises sous la signature des auteurs.

Flashage Studio 44 - Paris (75017)

Imprimé par S.O.H.V. - Annonay (Ardèche)

AVANT-PROPOS

Jocelyn de Noblet

PREFACE

Paul Caseau

I - L'HISTOIRE D'UNE RUPTURE

L'INFORMATIQUE, QUARANTE CINQ ANS DE SUCCES

PARADOXAUX 06

Philippe Breton

TEMOIGNAGE: UNE SEMAINE DANS LE NEW

HAMPSHIRE CHEZ NORBERT WIENER 12

Robert Vallée

LA SCIENCE INFORMATIQUE VA-T-ELLE CONSTRUIRE

SA PROPRE EPISTEMOLOGIE ? 16

Jean-Louis Le Moigne

LES DEBUTS DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE 32

Martine Naegelin

LES DEBUTS DE L'INFORMATIQUE EN FRANCE

(1945-1965) 35

Pierre E. Mounier-Kuhn

ENCADRE : "VERS LA MACHINE A GOUVERNER" 47

P. Dubarle (Fac-similé d'un article du journal Le Monde)

II - DU SOUTERRAIN A L'ESPACE, L'INFORMATIQUE A TOUS LES NIVEAUX

LA GENESE DES METROS SANS CONDUCTEURS 51

Bernard Félix

VERS L'INTELLIGENCE DES SYSTEMES INFORMATIQUES

EN LOGISTIQUE 56

Nathalie Fabbes-Costes

DOMOTIQUE DOMESTIQUE 66

Pascal Amphoux

DOSSIER:

L'AVIATION CIVILE A L'ERE DE L'INFORMATIQUE

Alain Gras, Caroline Moricot, Sophie-L. Poirot-Delpech et Victor Scardigli

LA NOTION DE MACRO-SYSTEME TECHNIQUE 76

LE MACRO-SYSTEME TECHNIQUE DES TRANSPORTS

AERIENS 78

LE PILOTE FACE AUX NOUVEAUX AUTOMATISMES 84

Alain Gras

LE CONTRÔLE AERIEN OU LA RENCONTRE DU

SAVOIR-FAIRE AVEC L'INFORMATIQUE 92

Caroline Moricot et Sophie-L. Poirot-Delpech

ENCADRE : UNE ENQUETE SUR LES REPRESENTATIONS

DES PILOTES DE LIGNE 96

L'INFORMATIQUE SPATIALE 100

Charles Halary

ENCADRE : VERRE, DESIGN ET INFOGRAPHIE OU LES

"CARNETS NOIRS" DE L'ORDINATEUR 110

Elisabeth Cibot

Vers l'intelligence des systèmes informatiques en logistique

Nathalie Fabbe-Costes

Contrôle de la circulation d'engins de transport, gestion de stocks, calcul de plans de production, gestion de la maintenance de matériels de maintenance, réalisation des actes de commande, livraison, facturation et règlement, aide à la décision dans le choix des implantations des firmes industrielles, consolidation et analyse d'informations techniques et commerciales... : l'informatique est omniprésente dans les activités du transport et, plus largement, de la logistique. Il est même certain que, sans l'informatique et les systèmes auxquels elle est associée, la gestion des multiples flux qui sont pris en charge par cette fonction serait plus difficile, et l'organisation de la circulation physique qu'elle maîtrise ne pourrait répondre aux exigences actuelles de rapidité, fiabilité et continuité.

Après un rapide rappel sur la démarche logistique et son importance dans la gestion des firmes, nous ferons le point sur «l'emprise de l'informatique» dans ce domaine, en illustrant notre propos par des exemples observés dans différents secteurs. Nous montrerons comment la logistique pousse l'informatique à évoluer vers des systèmes à la fois plus «ouverts» et plus «intelligents», en l'associant à des matériels divers (synergie entre de multiples technologies), en l'intégrant dans des réseaux de communication qui permettent

l'échange électronique de données entre partenaires logistiques, et en utilisant les dernières techniques de programmation, en particulier celles issues des travaux en Intelligence Artificielle.

I - LA DEMARCHE LOGISTIQUE

1.1 - Maîtrise des flux physiques

La logistique se définit depuis le début des années 80 comme la technologie de la maîtrise de la circulation physique. Et l'adoption d'une démarche logistique par une entreprise, qu'elle fabrique des produits, les distribue ou les transporte, correspond à une volonté affirmée d'exercer cette maîtrise.

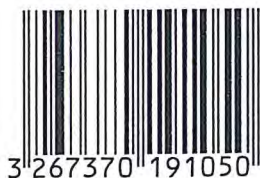
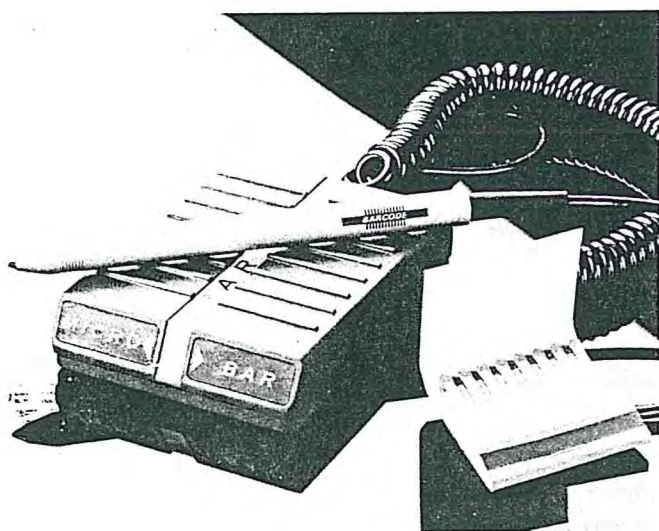
La logistique est plus précisément une option fondamentale d'intégration de la maîtrise de la circulation physique dans les stratégies globales de l'entreprise, un effort permanent de constitution d'un réseau de circulation des flux physiques, régulé d'aval en amont par un réseau de circulation de l'information pleinement maîtrisé par l'entreprise, un mode de gestion des opérations de circulation physique des marchandises, qu'elles soient exécutées en moyens propres ou sous-traités.

Avec la généralisation de la démarche logistique, de nouvelles formes de gestion des flux se mettent en place. Elles recherchent à la fois la continuité (pas de rupture) et la fluidité (limitation des capacités) des flux physiques, tout en tentant de répondre le plus exactement à la demande, sans délai ni défaillance et avec une plus grande transparence. Ces objectifs créent de nouvelles contraintes dans la gestion des opérations de transport (au sens large) réalisées au sein de «chaînes logistiques» complexes. Ils demandent une parfaite maîtrise des aléas et conduisent à une remise en cause des relations entre les différents partenaires de ces chaînes.

1.2 - Maîtrise des flux d'informations

Si la préoccupation première des logisticiens a longtemps été la gestion technique de toutes les opérations qui réalisent les déplacements de produits, la circulation/exploitation des informations relatives aux flux physiques est maintenant jugée essentielle. Le cœur du dispositif logistique devient même le réseau de communication et d'information qui permet à la fois la conception, le suivi/contrôle et la régulation, en un mot, la gestion des activités. Car la très faible inertie du système d'écoulement des flux, provoquée par la réduction drastique du niveau des stocks et la recherche de la synchronisation des opérations, ne saurait être compensée que par la rapidité des boucles action-information-décision-action, qui demande idéalement le «temps réel» dans le traitement de l'information.

Or, l'organisation d'un flux d'informations lié à la réalisation de l'ensemble de la circulation physique ne peut être réalisée qu'avec le concours de l'informatique, pour créer, acquérir, transmettre, traiter, mémoriser et restituer l'information logistique. Car, les modalités de l'accès à l'information doivent répondre aux contraintes opérationnelles de la logistique. Par exemple, le transport



1. Crayon optique "Microbar" permettant la lecture d'un code à barres fabriqué par Barcode.

2. Code à barres: les bâtonnets sont lus automatiquement par scanner ou crayon optique, le gestionnaire peut ainsi connaître en temps réel l'évolution de ses ventes ou de son stock.

international en conteneur ne supporte plus les retards dus aux documents d'accompagnement, pas plus que les ateliers et chaînes de fabrication «juste-à-temps» ne supportent d'erreurs dans l'aiguillage des en-cours tout au long du processus de production. L'information permet à la fois de piloter la marchandise (en tenant compte des éventuelles modifications des termes du «transport») et de rendre compte de son parcours (pour améliorer les décisions futures).

II - L'AMPLEUR DE L'EMPRISE INFORMATIQUE EN LOGISTIQUE

L'essor de la logistique, observé depuis environ une dizaine d'années, est un puissant facteur de mutations, aussi bien dans le secteur des transports que dans l'industrie. Il conduit à des évolutions dans les techniques d'exploitation, les structures d'organisation et des méthodes de gestion.

L'informatique joue un grand rôle dans ces mutations: elle les permet (offre des solutions), les provoque (permet d'améliorer les méthodes), les accompagne (autorise la réalisation des systèmes). Elle répond à l'impérative nécessité de gérer les informations associées à la circulation des flux physiques, ce qui explique l'ampleur de son emprise.

Les témoins de l'ampleur de son emprise sont multiples.

C'est, d'une part, son omniprésence sur le réseau physique : aux points nodaux des réseaux transport (plateformes intérieures, ports, aéroports...), là où se gèrent des stocks (entrepôts, magasins, points de vente), sur les lieux de production... et, bien sûr, dans les sièges sociaux auprès des directions logistiques.

C'est, d'autre part, le nombre toujours croissant de tâches et d'opérations logistiques qu'elle prend en charge, qui se traduit par un rôle de plus en plus diversifié de l'ordinateur dans la gestion des entreprises. Prenons l'exemple de la gestion des stocks : il calcule (mise à jour du niveau des stocks à chaque entrée/sortie), surveille (compare le niveau avec un seuil d'approvisionnement), décide (détermine l'emplacement optimal dans l'entrepôt pour stocker la marchandise reçue), conduit certaines opérations (guide des chariots automates)...

Le principal facteur qui a conduit à cette emprise est sans nul doute, indépendamment de la pression qu'a exercé la logistique et de l'amélioration des techniques de gestion dans les firmes, l'évolution de l'informatique elle-même, avec de successives innovations technologiques en matière de logiciels, matériels et périphériques.

Avec la diffusion de la micro-informatique, l'ordinateur outil technique dédié et «lointain», est devenu système informatique distribué, vecteur d'information et capacité de traitement local. Parallèlement, la démocratisation de l'exercice de la programmation grâce à de nombreux progiciels «simples» à utiliser (d'abord les tableurs, puis les logiciels intégrés, enfin certains SIAD) a conduit les utilisateurs à mieux définir leurs besoins, parfois à y répondre eux-mêmes. Le développement du marché des

progiciels a aussi accéléré le processus d'information de nombreuses fonctions de gestion «classiques». L'augmentation des capacités mémoire, en même temps que l'essor des gestionnaires de base de données, a été un facteur déterminant pour le stockage et le traitement des nombreuses informations logistiques. Enfin, le développement des possibilités de communication des systèmes a permis de les intégrer à des réseaux de communication (locaux ou non, hybrides ou non) : ils accèdent à plus de données, et peuvent mieux diffuser l'information.

Par ce mouvement, l'informatique s'est intégrée aux outils du management logistique, et y a pris une place grandissante et irréversible. Mais l'évolution des systèmes informatiques logistiques ne fait que commencer. Elle s'oriente vers une plus grande «intelligence» des systèmes, dans la qualité de l'information manipulée et des traitements réalisés.

III - LA COMMUNICATION AVEC LES MATERIELS

Pour aider à la maîtrise de la circulation physique, l'informatique logistique doit être proche du terrain des opérations. Si elle ne peut communiquer avec les matériels, son intervention se limite aux fonctions que lui permettent les saisies manuelles de données. Le temps et la main d'oeuvre que ces saisies supposent, en même temps que les risques d'erreurs, cantonnent donc l'informatique logistique à la gestion classique : tenue théorique de stock, gestion administrative de parc de matériel de transport, suivi financier des opérations commerciales... Le développement de cette informatique de gestion reste bien sûr un préalable aux évolutions de l'informatique logistique que nous présentons.

La communication que les systèmes informatiques entretiennent maintenant avec des matériels répartis sur le réseau physique, leur permet d'élargir leur champ d'action et d'améliorer leurs performances. Elle suppose la diffusion des systèmes techniques qui constituent les points d'entrée pour l'alimentation automatique et instantanée en informations logistiques, par acquisition de données au cours de la réalisation même des opérations techniques. Ainsi informé, le système informatique logistique peut diagnostiquer l'état de la circulation physique, et décider d'intervenir sans délai par des actions de régulation, en particulier lorsqu'il se produit un aléa.

La communication avec les matériels se développe dans deux axes principaux : le suivi exact des déplacements et le suivi exact des opérations techniques. Examinons quelques exemples de ces applications.

3-1- Le suivi exact des produits

Les systèmes informatiques logistiques sont maintenant en prise directe avec les mouvements de produits tout au long des chaînes. Sur l'ensemble du cycle de production-transport, la «marchandise» (en-cours ou produits finis) est en effet porteuse d'informations par le biais de codes-à-barres (ou d'étiquettes magnétiques) qui peuvent être lus en des points précis du réseau (plateformes,

entrepôts, zones de stocks, points de vente...). Cette lecture directement réalisée sur le flux physique permet le suivi des «objets» qui le constituent. La saisie d'informations, au plus près de leur source, permet de développer des systèmes de renseignement (quelles sont les conditions actuelles de réalisation de la circulation?), voire même de pilotage des flux (gestion opérationnelle, et peut-être même prévisionnelle).

L'exemple le plus connu est certainement, dans la grande distribution, le développement conjoint de la symbolisation des unités consommateur (code-barres EAN 13) et des unités d'expédition (code-barres ITF 14 ou 16), et des systèmes de lecture optique (scanner aux caisses des supermarchés et systèmes dans les entrepôts). Outre des gains de productivité directs sur certaines opérations (sortie de caisses en magasin, gestion des stocks en entrepôt, aiguillage des colis sur plateforme, etc), la lecture successive des codes-barres sur l'ensemble du circuit permet aux distributeurs de renseigner des applications informatiques qui prennent les décisions de réassort (des points de vente et des entrepôts) et de transport associées (comment livrer les bases et approvisionner les magasins?).

De nombreux secteurs d'activité développent des systèmes d'identification comparables : l'industrie automobile pour la gestion de production en flux tendus (suivi des en-cours), les messagers express (suivi des colis), les armateurs (suivi des conteneurs)...

Pour «suivre» les produits, le système informatique logistique «comprend» les codes lus (interface avec la technique de lecture, connaissance du principe de codification et de la signification des codes élémentaires) et exploite les informations «annexes» à leur saisie (le contexte des opérations physiques). Avec ces informations, il peut par exemple connaître en permanence, et avec exactitude, le flux entrant et sortant d'un point logistique donné, préparer des expéditions avec le minimum d'erreur, pratiquer rapidement et sûrement des inventaires physiques, gérer de façon optimum des stocks en temps réel, calculer le «volume» des commandes...

Par ces applications, les «stocks» (points dynamiques de la circulation) sont des pôles «informationnels». C'est en ces points fixes que peuvent être saisies avec la plus grande fiabilité les informations de suivi des flux qui permettent d'élaborer le diagnostic de la réalisation des déplacements. C'est là aussi qu'il est possible d'agir (action correctrice sinon anticipatrice après décision logistique) pour réorienter les flux en cas d'aléa survenu en amont ou en aval.

3-2- Le suivi exact des opérations physiques

Le choix de réorientation des flux ne peut cependant être «sûr» que si le système informatique logistique «connaît» aussi les conditions techniques de réalisation des opérations. Il doit pour cela communiquer avec les matériels qui réalisent ces opérations.

A ce titre, l'intégration de systèmes automatisés, voire robotisés dans les matériels (notamment en production industrielle et dans les centres de manutention) représente une source d'informations (cadences, temps d'exploita-

tion, incidents...) sur la réalisation technique des opérations logistiques (connaissance de leur qualité et fiabilité). Le possible suivi automatique du fonctionnement des systèmes techniques (en fabrication, en transport ou pendant les opérations annexes) débouche sur la détection et le diagnostic d'éventuels aléas (pannes, défauts, retards), pour y remédier au plus vite, ou pour en informer les partenaires, si ces aléas ne peuvent être maîtrisés et risquent d'affecter d'autres maillons de la chaîne.

La diffusion de systèmes d'information et de communication (parfois informatiques) embarqués sur les engins mobiles (navires, camions, engins de manutention...) est aussi source de connaissance sur la réalisation dans le temps des opérations. C'est le cas des systèmes de radio-téléphone et dérivés comme RADIOCOM 2000, et des systèmes par satellite comme GEOSTAR aux USA et LOCSTAR en Europe (localisation et transmission de données brèves) ou INMARSAT (télécommunication). Ces systèmes, reliés à un centre de décision, représentent le support d'un système interactif de gestion «temps réel» d'un réseau logistique complexe, éventuellement composé de multiples sous-ensembles techniques. Les messagers express, transporteurs routiers et armateurs sont parmi les professionnels qui exploitent déjà cette voie, en particulier pour la régulation des rotations, et pour l'optimisation d'exploitation des matériels (minimiser la distance à vide, maximiser le coefficient de remplissage).

IV - LA COMMUNICATION AVEC D'AUTRES SYSTEMES INFORMATIQUES

La recherche de l'optimum global de la circulation logistique suppose d'aller au delà des optimisations locales que représentent ces applications. Elle passe nécessairement par la communication entre les systèmes informatiques logistiques de chacun, ce qui explique leur extension à des fonctions de communication, et leur connexion à des réseaux d'échange de données.

4-1- La nécessité de communiquer avec les partenaires

Après avoir porté sur la circulation des informations logistiques à l'intérieur de chaque entreprise pour l'optimisation de chaque moment d'exploitation, l'enjeu porte maintenant sur la circulation entre les entreprises pour rendre effective la synergie et la compétitivité logistiques à l'échelle globale des chaînes constituées. L'aptitude des entreprises à s'informer et à informer, c'est-à-dire à communiquer entre elles, si possible en étendant leur «connaissance» à l'ensemble du réseau logistique, devient par conséquent un facteur déterminant.

Outre le tranfert, maintenant largement développé, d'informations commerciales et techniques lié aux échanges traditionnels entre professionnels, les firmes imaginent l'échange d'informations concernant les aléas susceptibles de se propager sur la chaîne logistique. Effectivement, le gain de temps et de fiabilité qu'apporte l'échange électronique à la transmission et à l'intégration des données au

système informatique logistique, répond exactement au besoin de réactivité des organisations.

L'échange d'informations d'ordinateur à ordinateur permet aussi de supprimer, à chaque transaction, les impressions et transferts de documents-papier entre sites, et surtout les saisies manuelles nécessaires tout au long de la chaîne pour insérer les données dans les systèmes informatiques de chaque firme (environ 70% des informations qui sortent d'un ordinateur sont destinées à un autre ordinateur). L'échange électronique de données constitue, pour l'ensemble des partenaires, un moyen d'obtenir des gains de productivité administrative (en supprimant ces opérations sources potentielles de coûts, de délais et d'erreurs), et d'améliorer leur réactivité commerciale et logistique par réduction des délais d'information, et par élargissement du contenu des échanges, donc des traitements informatiques logistiques (par exploitation «privées» des informations «communes» véhiculées).

4-2- L'exemple de la grande distribution

La grande distribution française fournit un exemple de cette évolution avec le service de télétransmission ALLEGRO. Il permet aux distributeurs et fabricants d'échanger les documents commerciaux correspondant aux quatre principales transactions: commande, livraison, facture, règlement, auxquelles s'ajoute la «fiche produit» (indication des dimensions, poids et codes de l'unité consommateur et des unités d'expédition possibles).

Ce service s'ouvre actuellement au secteur des transports, et permettra prochainement de coordonner les actes commerciaux et les actes transport qui en sont la réalisation concrète. Les distributeurs et fabricants pourront ainsi réduire les circuits et délais d'approvisionnement des points de vente, améliorer la disponibilité des produits, optimiser le niveau des stocks, et limiter les en-cours de livraison.

Des réseaux comparables à ALLEGRO existent entre producteurs et distributeurs d'autres pays d'Europe, comme TRANSNET aux Pays-Bas, TRADANET en Grande-Bretagne, ICOM en Belgique et SEDAS en Allemagne. Ces réseaux, actuellement indépendants, pourront à terme communiquer, en développant les interfaces adéquates (les langages utilisés sur chacun des réseaux sont en effet différents, mais la perspective européenne mobilise pour définir un standard d'échange européen).

4-3- L'exemple du secteur des transports

Les systèmes informatiques logistiques du secteur du transport, commencent aussi à communiquer par voie de réseaux.

Certains sont des réseaux privés d'entreprise, développés pour assurer la circulation interne des données logistiques entre les «agences» du réseau physique, progressivement ouverts à la communication avec les clients et les partenaires. Dans leur exploitation «privée», ces systèmes (généralement connectés aux systèmes assurant la traçabilité des objets et véhicules Cf-4) améliorent la gestion des flux de marchandises prises en charge et celle des engins de transport exploités. En accédant à ces réseaux, un client peut directement commander un transport, et en permanence s'informer de l'état de sa réalisation.

Informé en cas d'anomalie dans le déroulement des opérations (expédition différée, livraison reportée, refus par le destinataire, avarie...), il peut réagir dans les meilleurs délais.

Plusieurs systèmes sont opérationnels, citons quelques exemples. Le système INFOSUTVEUR du SERNAM, pour les colis du service spécial express, ne donne aux clients que la fonction «suivi des expéditions» accessible par un service de messagerie MINITEL (36-14 SUIVEX). Sur le réseau de CALBERSON, développé physiquement au plan national et international, l'échange de données avec les clients et partenaires transport est réalisé par MINITEL ou, pour les interlocuteurs importants, par un terminal fourni par CALBERSON, bientôt par échange direct entre systèmes. Un ensemble de messages permet d'échanger les données commerciales et techniques de l'expédition, et les informations sur sa réalisation. Un système comparable, nommé INFOTAINER, est développé par la Compagnie Nouvelle des Conteneurs (CNC), représentante en France de INTERCONTAINER, pour le transport ferroviaire des conteneurs.

Signalons aussi, bien qu'«annexes» au transport, les systèmes développés par les administrations douanières (SOFI en France, ou SABDEL en Belgique), qui permettent d'accélérer et de délocaliser les opérations douanières qui étaient souvent des freins à l'efficacité des chaînes internationales de transport.

Au delà de systèmes propres à des entreprises, le secteur des transports tente de développer des réseaux «communautaires» qui unifieraient les procédures administratives du transport et les modes de communication avec les clients et partenaires, et qui seraient les supports du «pilotage logistique». Les expériences des réseaux TELERMES entre transporteurs routiers et chargeurs, HERMES et DOMICEL pour les transports ferroviaires, DISCO dans le maritime, et même les expérimentations du COST 306, projet européen d'échange électronique de données dans le transport, montrent la difficulté de la réalisation.

Les systèmes portuaires sont aussi des exemples de l'inter-communication des systèmes informatiques logistiques. Citons en France les cas de Marseille avec PROTIS et du Havre avec ADEMAR, ainsi que les expériences avancées de Rotterdam avec INTIS, Felixstowe avec FCP 80 et Anvers avec SEAGHA. Ces systèmes, pour améliorer l'efficacité du passage portuaire de la marchandise comme du navire, accèdent à des données d'exploitation (réservation des escales, suivi des navires et des marchandises dans l'enceinte portuaire) par des échanges avec les systèmes de gestion des escales des Ports Autonomes (système ESCALE à Marseille et GINA au Havre), et «organisent» la circulation des informations entre les multiples opérateurs portuaires (transitaires, agents maritimes, autorités portuaires, opérateurs de terminaux, sociétés de manutention..., y compris la Douane, par connexion avec SOFI en France). Enfin, ils s'ouvrent à l'ensemble de la chaîne transport (transporteurs terrestres, plateformes intérieures, armateurs, autres ports...) pour constituer des pôles privilégiés de convergence des informations et (par conséquent?) du fret.

Des projets similaires se développent dans les aéro-

ports pour améliorer la qualité du service au fret aérien, et surtout pour élaborer un service transport porte-à-porte. Citons, après Londres et Amsterdam, l'exemple de Paris avec le projet PACS (Paris Air Cargo System) auquel participe Air France (qui y connectera son système : FRET PELICAN), UTA, le Syndicat des agents de fret aérien (qui comprend des transitaires et des transporteurs routiers), France Handling et Aéroport de Paris.

V - VERS L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

5-1- Le besoin d'aide à la décision

La communication avec les matériels et des systèmes informatiques «partenaires», conjuguée à la diffusion des ordinateurs en de multiples points des réseaux physiques, conduit les systèmes informatiques logistiques à être à la fois plus présents sur le terrain et mieux informés de ce qu'il s'y passe.

Mais, plus riches en informations sont les systèmes, plus vive est la nécessité de disposer «d'outils» pour traiter la masse des données auxquelles ils donnent accès. L'excès d'information nuit souvent à la décision, faute de pouvoir en faire la synthèse ou de savoir en extraire l'essentiel. Inversement, il est indispensable de tirer les avantages des capacités de mémorisation et traitement des informations désormais accessibles.

Le besoin de développer des systèmes qui exploitent l'information disponible est d'autant plus important dans les activités logistiques que la tension des flux et la réduction des délais conduisent à une diffusion de la fonction de décision, en particulier pour réagir aux aléas qui ne manquent pas de se produire sur les réseaux. Or le niveau de qualification et la multiplicité des compétences nécessaires pour prendre rapidement de bonnes décisions ne sont pas toujours compatibles avec la disponibilité des «spécialistes». Il est donc indispensable de concevoir des systèmes qui aident les gestionnaires et exploitants, dans un environnement de plus en plus complexe et réactif, à prendre des décisions efficaces aussi vite que les éléments l'exigent.

5-2- Les limites de l'informatique classique

L'informatique classique, par des applications «sur mesure», ou des progiciels, a toujours proposé des «solutions» aux divers problèmes que posent les activités logistiques. Cependant ses produits, de par la nature même des techniques de modélisation (en particulier les techniques de recherche opérationnelle) et de programmation (les algorithmes) qu'elle utilise, ne répondent que partiellement au besoin des décideurs, et font apparaître dans les cas complexes leurs limites.

En particulier, les programmes sont souvent en décalage avec les problèmes réels traités, du fait des hypothèses simplificatrices (ex: la linéarité) et des abstractions (obligatoire codification, voire quantification) qu'ils imposent. Ils s'adaptent aussi difficilement à des situations évolutives, malgré l'amélioration considérable des procédés de paramétrage. Leur maintenance est souvent problé-

matique, et leur efficacité dans la gestion au quotidien discutable. En effet, ils répondent surtout à des situations «déterminées» bien connues qui peuvent être modélisées. Adaptés au traitement des situations stables -ou stabilisées-, ils sont moins efficaces pour analyser et faire face rapidement et sûrement à des situations perturbées et/ou imprévues en imaginant des solutions adaptées. Or, sur un réseau logistique, s'il est possible de programmer à moyen terme les flux, donc leur réalisation, un réglage à court terme est toujours nécessaire.

Les conséquences qu'ont les ruptures dans la circulation physique sont désormais telles qu'elles demandent la conception d'outils plus «intelligents», capables de conseiller, voire d'assister le décideur, à tous les niveaux de l'entreprise. Les travaux en I.A., c'est-à-dire Intelligence Artificielle (ou Informatique Avancée, qui semble une appellation préférable) ouvrent des perspectives en la matière, que semblent confirmer les premières réalisations industrielles.

5-3- L'offre de l'Intelligence Artificielle

L'Intelligence Artificielle, champ de l'informatique qui couvre l'ensemble des technologies permettant aux ordinateurs de simuler des comportements humains, existe depuis environ 50 ans. Mais ses premières applications opérationnelles sont récentes. Rappelons brièvement que cette discipline vise, pour reproduire les activités de perception, de compréhension et de décision de l'être humain, à utiliser un autre potentiel de l'ordinateur que celui d'une machine «à calculer» toujours plus rapide et plus puissante : le potentiel de traitement symbolique.

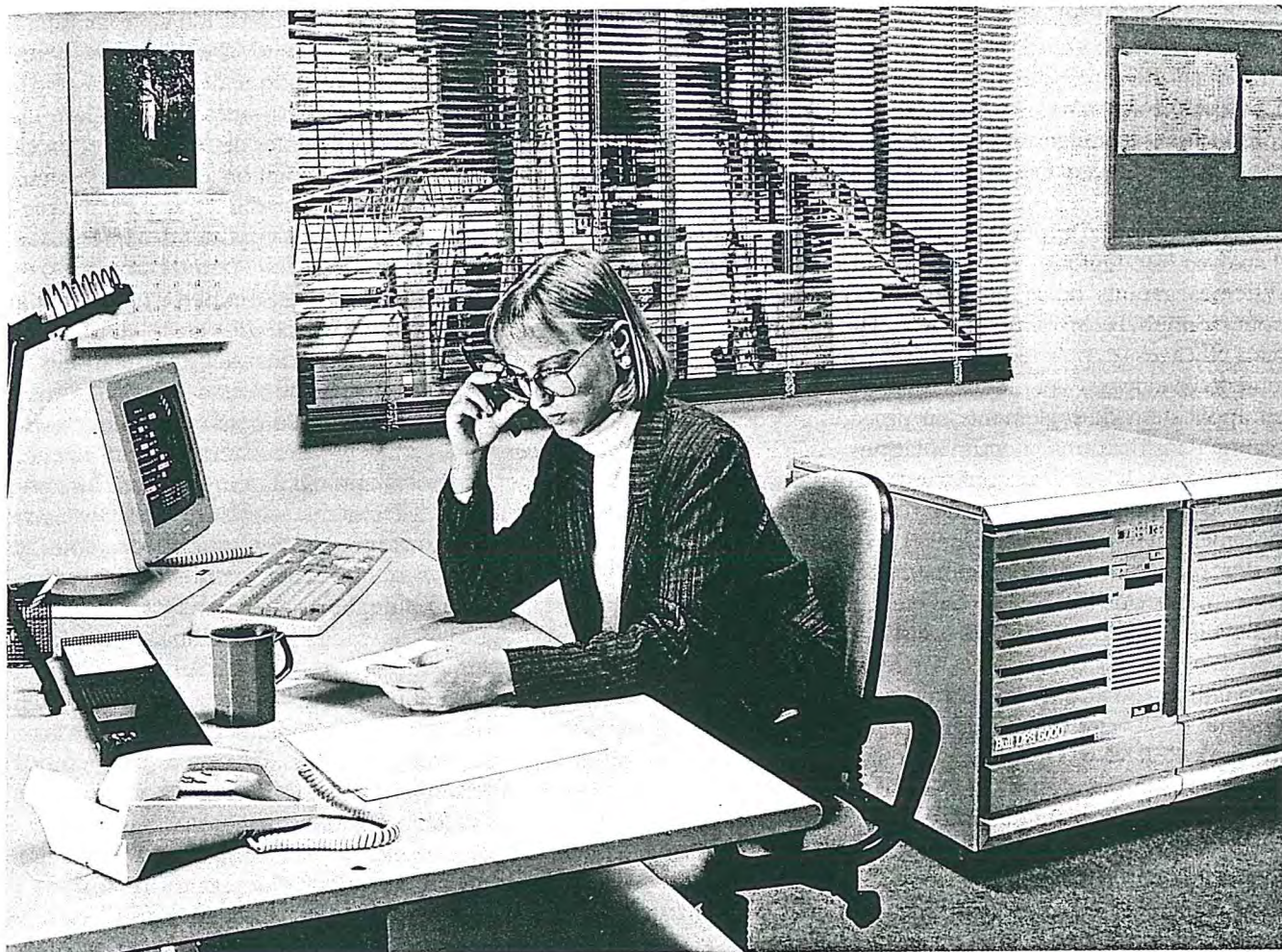
L'I.A. compte quatre domaines principaux : la compréhension des langues naturelles, la vision artificielle (associée à la robotique), l'apprentissage, et les Systèmes Experts. Ces derniers sont les premiers outils informatiques «intelligents» accessibles aux entreprises. Les horizons qu'ils ouvrent sont tels qu'il n'est pas de secteur d'activité qui n'ait réfléchi à leurs applications potentielles.

La logistique ne fait pas exception... d'autant moins qu'après les premières années d'engouement un peu désordonné, où les systèmes experts sont restés dans leur «tour d'ivoire IA», et où en prouvant l'intérêt de l'approche ils ont laissé voir ses limites, les systèmes experts évoluent vers l'intégration.

L'intégration des systèmes experts se traduit par leur exploitation sur des machines traditionnelles, leur programmation dans les langages algorithmiques (Pascal, ADA...), leur assimilation aux techniques de génie logiciel (ce sont des techniques de programmation à associer et à interfacer avec les autres), et leur mise en oeuvre par des sociétés de service en ingénierie informatique classiques. En pratique, l'intégration des techniques d'I.A. à l'informatique répond aux besoins de la logistique pour concevoir des systèmes informatiques évolutifs, compatibles avec les organisations complexes qu'elle produit.

5-4- Quel est l'apport des systèmes experts?

Un Système Expert est un programme informatique dont l'objectif est de parvenir dans des domaines limités à des performances équivalentes à celles des meilleurs



spécialistes. Véhicule de la Connaissance que l'expert humain lui a transmise, il sait, ou aide à résoudre les problèmes qui lui sont posés avec une compétence comparable, et il est aussi capable de justifier la réponse obtenue en exposant le raisonnement suivi. L'utilisateur accède donc à la démarche du système et peut en critiquer la décision. Le système qui n'est plus une «boîte noire», peut donc être : consultant envers un non-spécialiste, assistant auprès d'un expert ou d'un formateur.

Les systèmes experts proposent aussi pour certains types de problèmes (comme le diagnostic des dysfonctionnements d'un système, la planification d'activités avec allocations de ressources, la conduite de processus «informés», l'aide à la conception sous contraintes de systèmes...) des méthodes de résolution parfois plus efficaces que les méthodes algorithmiques.

Le secret du «pouvoir» quasi mythique des Systèmes Experts? Il réside principalement dans la qualité des connaissances qui leur sont transmises par le ou les experts humains, grâce aux modèles (parfois encore insuffisants) de représentation des connaissances disponibles. Ce «pouvoir» représente aussi la limite de leurs réelles capacités : le système ne saura pas résoudre un problème auquel personne ne sait pas apporter de solution, à fortiori lorsqu'on ne sait même pas clairement l'identifier et le définir ! Dans ces cas, inutile «d'invoquer le Système Expert». Pourtant, nombreuses ont été les demandes formulées par les industriels qui ont relevé de ce phéno-

mène, contribuant à créer autour des Systèmes Experts un mythe aussi dangereux que puissant, aux conséquences dommageables à tous. Car les désillusions ont été à la mesure des espoirs!

La structure modulaire des systèmes experts est un autre avantage. Elle isole les connaissances des mécanismes d'inférence qui les exploitent, et sépare les connaissances entre elles, ce qui les rend plus lisibles et plus faciles à maintenir. Elle permet d'adapter un système expert aux évolutions conjuguées : du contexte (technique, organisationnel, réglementaire, tarifaire, etc) dans lequel il s'inscrit, et des connaissances qu'il utilise. Son évolution, comme celle d'un programme traditionnel, ne se fait bien sûr qu'à condition que quelqu'un réalise les modifications nécessaires. Or un Système Expert qui n'évolue pas est un système condamné, à court terme.

Enfin, notons que les systèmes experts donnent une solution même si certaines données ou connaissances sont incertaines ou indisponibles. La qualité de la solution qui dépend de la double complétude de l'expertise et des informations, en sera bien sûr affectée.

5-5- Les réalisations en logistique

La diffusion de la compétence, sinon du savoir, permise par les systèmes experts, et plus largement l'I.A., intégrés aux systèmes informatiques logistiques, peut

Ordinateur Bull 6000/400, permettant la gestion du stock de cette entreprise

donc accompagner la décentralisation de la fonction de décision jusqu'au lieu où elle doit s'exercer. Aussi, après l'informatique traditionnelle, l'automatisation, parfois la robotisation de certaines des phases de sa réalisation (production, manutention/stockage...), les acteurs de la logistique s'engagent (prudemment) dans l'assimilation de ces techniques.

Deux types d'application sont envisagés : des outils d'analyse «stratégique» pour les gestionnaires, ou des systèmes garants de la qualité logistique destinés aux opérationnels. Les seconds, plus restreints dans leur impact mais efficaces (et plus réalistes), sont les systèmes actuellement développés. Les plus modestes participent à la mise en application de règlements ou procédures complexes comme : tarifications, documentations réglementaires, facturations... D'autres se consacrent au diagnostic technique, le principal domaine de réalisation actuel. Ces systèmes ont pour objectif de limiter les perturbations dues à des pannes ou dysfonctionnements de matériel. Ils concernent donc l'activité de maintenance, activité essentielle à la fiabilité des chaînes logistiques.

C'est le cas du système d'aide au dépannage des locomotives électriques CATS 1 de la General Electric, du système RUFUS de la RATP qui aide au test de l'état des rames de RER MS 61 (réseau A) qui entrent en terminus, et au diagnostic des pannes. La RATP envisage un autre système, pour la maintenance électrique des autobus à partir des dépôts du réseau routier. De même, le Port Autonome de Marseille à Fos-Commerce conçoit un système expert d'aide au dépannage des portiques de déchargement des navires porte-conteneurs, connecté à un système d'acquisition de paramètres sur l'engin, et ultérieurement interfacé au logiciel de gestion de la maintenance, pour déclencher au moment opportun les tâches préventives nécessaires.

Dans l'avenir, les systèmes experts de diagnostic «temps réel» intégrés seront probablement conçus en même temps que les matériels qu'ils surveilleront. Les systèmes «espions» qui sont implantés sur des systèmes d'armes autonomes préfigurent cette évolution, comme PEDRO, système d'aide au diagnostic des pannes de systèmes de navigation et d'armement des Mirages F1 développé par Avions Marcel Dassault.

L'aide à la décision dans l'exploitation de réseaux de transport fait aussi l'objet de projets intéressants. Les exemples actuels concernent les réseaux de transport «public».

Depuis sa création, l'espace aérien est un «réseau» pour lequel des systèmes de contrôle ont été développés. Pour fiabiliser ces systèmes face aux conditions de trafic perpétuellement nouvelles, le STNA (Aviation Civile) fait réaliser un système expert de compréhension des plans de vols et de coordination du trafic aérien. Connaissant les différents plans de vol (itinéraires demandés, caractéristiques de vols...), le système définira avec précision les trajets qui seront parcourus par les avions, vérifiera la cohérence de l'ensemble du trafic, et, en cas d'incertitudes ou de conflits, modifiera certains itinéraires, afin d'assurer la sécurité nécessaire au réseau.

L'INRETS aborde ce problème pour le trafic urbain,

et met au point un système expert d'aide au traitement de la congestion. Ce système, à partir d'une analyse permanente du trafic, construit l'historique des situations, évalue l'état de saturation du réseau (messages d'alerte), et propose des mesures susceptibles de résoudre les problèmes (ex : activation ou adaptation de plans de feux). L'opérateur qui dispose en plus d'images du trafic par le réseau des caméras vidéo, peut apporter des informations complémentaires au système.

La RATP envisage un système expert d'aide à l'exploitation du réseau métro, associé à la mise en place des Postes de Manoeuvre à Commandes Informatisées qui contrôlent et visualisent l'état du réseau (états des signaux, itinéraires...), et prennent en compte des commandes de l'opérateur par écran tactile. Le système expert, connecté au Poste, en analysera automatiquement les informations, l'aidera à établir les itinéraires et surtout analysera les situations critiques relatives à l'occupation des voies.

Ce type de système expert, connecté aux systèmes embarqués dans les engins de transport (Cf 4-2) pourrait être envisagé dans le cadre des circuits de distribution physique pour remédier rapidement à des aléas sur un réseau extrêmement banalisé où tout peut arriver à l'improviste. Des systèmes plus ambitieux pourraient même aider à la conception des réseaux de transports, ou des réseaux de distribution dans l'industrie des biens de grande consommation... et peut-être, dans l'avenir, la conception de l'ensemble d'une organisation logistique.

L'assistance à la conduite d'engins fait aussi partie des domaines abordés. Les projets concernent des systèmes susceptibles d'éviter d'éventuelles fausses manoeuvres, et d'assister le conducteur dans des tâches de «routine» annexes à la conduite (surveillance de paramètres). Le double objectif est de garantir la sécurité du transport et l'efficacité du «pilotage».

Ces systèmes intéressent particulièrement les militaires, comme en témoigne le programme américain PILOT'S ASSOCIATE pour concevoir un système d'avionique (4 systèmes experts interactifs) qui secondera le pilote d'un avion d'armes monoplace.

Des projets de recherche à long terme concernent aussi la conduite routière. Le programme européen PROMETHEUS implique douze constructeurs pour concevoir l'informatique embarquée dans les véhicules du XXIème siècle. Ce programme a trois volets : la sécurité active, relative, et l'aide à la navigation. Via un réseau de capteurs, un ordinateur de bord surveillera en permanence tous les organes sensibles du véhicule et communiquera avec le conducteur par terminal graphique ou synthèse vocale. En fonction des paramètres, il pilotera les systèmes automatiques de sécurité actives (antiblocage au freinage, transmission à 4 roues, correction d'assiette...). Les programmes de sécurité relative analyseront le véhicule par rapport à son environnement (positions et trajectoires respectives, distances de sécurité...). Ceux d'aide à la navigation recevront et traiteront les informations sur la régulation du trafic et la position du véhicule (via satellite) et proposeront des itinéraires repérés sur les cartes et plans affichés à l'écran. Ces travaux, à rapprocher des recherches en I.A. et en robotique, ne devraient pas déboucher, selon l'avis

des spécialistes, sur des réalisations complètement opérationnelles avant la fin de ce siècle.

VI - EN GUISE DE CONCLUSION

Les systèmes informatiques en logistique, par leur communication avec les matériels et les systèmes partenaires (et il faudra compter dans l'avenir avec les applications de la vision artificielle, de la reconnaissance de la parole et de la compréhension des langages naturels, combinées aux progrès de l'automatique et de la robotique), et par leur orientation vers des systèmes interactifs d'aide à la décision, deviennent plus «intelligents».

Mais, quelque soit la sophistication des techniques mises en oeuvre, leur intelligence sera avant tout celle de leur conception, qui demande une réflexion sur la maîtrise de l'information logistique pour concevoir les chaînes et garantir leur efficacité, face au caractère toujours plus complexe, réactif et instable (ou plutôt méta-stable) des organisations établies.

Les entreprises doivent réfléchir sur leurs méthodes de travail, formaliser leur savoir-faire, pour ensuite le conserver, l'enrichir et le démultiplier, sur l'ensemble du réseau logistique, garantissant l'homogénéité en qualité de la décision, donc la fiabilité du service logistique.

Quelques soient les évolutions technologiques, par ailleurs très attendues, les systèmes informatiques auront toujours pour principales limites celles de l'expertise humaine... jusqu'au jour où l'Intelligence Artificielle aura percé les secrets des mécanismes d'apprentissage! Les futurs systèmes d'aide à la décision sauront alors analyser, prendre en compte et intégrer l'expérience «vécue» pour améliorer leurs performances...

Représentation des processus d'auto-information de l'organisation sociale, J.L. LE MOIGNE, Colloque CREIS, Saint Etienne, 26-27 mai 1988.

La science des systèmes, Science de l'artificiel, H.A. SIMON, EPI Ed., Paris 1974.

Cybernétique et société, N. WIENER, 10/18, Ed des Deux Rives, Paris, 1971.

L'informatique stratégique, C. WISERMAN, Ed. d'Organisation, Paris, 1987.

Cet article fait, en outre, référence à plusieurs travaux, réalisés au sein de l'équipe Logistique du Centre de Recherche d'Economie des Transports du CRET, pour le compte d'entreprises : FR3, GENCOD, MONOPRIX, PROMODES (Continental), le Port Autonome de Marseille, IBM...

Bibliographie

La logistique au service de l'entreprise : moyens mécanismes et enjeux, J. COLIN, H. MATHE, D. TIXIER, Dunod Entreprise, Paris, 1983.

Les systèmes experts de diagnostic technique : Opportunité d'utilisation et contraintes de réalisation, N. FABBE-COSTES, article paru dans le numéro «Intelligence Logistique et Systèmes Experts» de l'Entreprise Logistique, Cahier d'Etude et de Recherches, Sole & Eurolog Groupe ESSEC, Volume V - Hiver 1988-1989.

Aléa et modélisation de la décision logistique : Réalisation d'un système expert de maintenance au coeur de l'efficacité du passage portuaire à Marseille-Fos, N. FABBE-COSTES, Thèse Nouveau Régime, CRET, Aix-en-Provence, Janvier 1989.

Synergie et compétitivité logistique : le développement de l'échange électronique de données logistiques entre fabricants, distributeurs et opérateurs de transport, N. FABBE-COSTES, J. COLIN, 5ème Conférence mondiale sur la Recherche dans les Transports, Yokohama, Juillet 1989.